

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-340-22 改0
提出年月日	平成30年9月18日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-340-22【使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書の概要】

平成30年9月

日本原子力発電株式会社

目次

1. 概 要	1
2. 使用済燃料乾式貯蔵容器について	1
3. 構造・評価方法概要	1
3.1 キャスク容器	2
3.2 バスケット	3
3.3 トラニオン	4
3.4 支持構造物	5
3.5 二次蓋	6
添付ー1 V-2-4-2-3-3-2 バスケットの耐震性についての計算書（タイプⅢ）概要説明	7

1. 概 要

本資料は、添付書類「V-2-4-2-3 使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書」について、使用済燃料乾式貯蔵容器の構造、評価方法の概要を説明するものである。

2. 使用済燃料乾式貯蔵容器について

使用済燃料の貯蔵容量の増加を図るため、全炉心燃料（764 体）の約 190%相当分（1 基（61 体）当たり約 8%×24 基）の貯蔵能力を持つ使用済燃料乾式貯蔵設備を設置する計画である（平成 09・09・18 資第 5 号 平成 11 年 3 月 10 日）。

使用済燃料乾式貯蔵設備設置工事として、第一期工事から第五期工事にかけて使用済燃料乾式貯蔵容器 23 基の工事計画認可を受けている。これら工事において設置する使用済燃料乾式貯蔵容器は、以下の 3 タイプがある。

タイプⅠ 多層型（第一期，第二期，第五期工事）

タイプⅡ 鍛造型（第三期工事）

タイプⅢ 鍛造型（第四期工事）

3. 構造・評価方法概要

使用済燃料乾式貯蔵容器の構造、評価方法の概要を以下に示す。今回工認では、「技術基準規則」に適合する設計のために新たに考慮する基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の地震力に対する使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性評価の見直しを行ったものであり、評価方法は規格基準に基づく適用実績のある既工認と同様の手法である。

3.1 キヤスク容器

主要構造	タイプⅠ		タイプⅡ		タイプⅢ	
	部材	材料	部材	材料	部材	材料
評価方法	内胴	SUS304	胴	GLF1	胴	(同左)
	上部フランジ 底板、底部プラグ 一次蓋 一次蓋締付けボルト 中間胴 バルブカバー バルブカバー締付けボルト	SUSF304 SUSF304 SUSF304 SNB23-3 SUS304 SUS304 SNB23-3	底板 (胴と一体構造) 一次蓋 一次蓋締付けボルト バルブカバー バルブカバー締付けボルト	GLF1 GLF1 GLF1 (同左) (同左) (同左) (同左)	底板 一次蓋 一次蓋締付けボルト バルブカバー バルブカバー締付けボルト	(同左) (同左) GLF1 相当材 (同左) SUSF304 (同左)
評価方法	【適用基準】 ・設計・建設規格 ・J E A G 4601		(同左) (同左)		(同左) (同左)	
	【評価方法】 ・キヤスク容器 (中間胴除く) は、クラス 1 容器に準じて設計 ・中間胴は、クラス 1 支持構造物に準じて設計※		・クラス 1 容器に準じて設計		(同左)	
評価方法	【耐震クラス】 ・S クラス ・貯蔵状態において S_d^* 、 S_s 地震動が作用する場合の評価を実施		(同左) (同左)		(同左) (同左)	
	【応力評価手法】 ・F E M 解析による応力評価 ・1/2 対象三次元固体要素モデル (ABAQUS) ・脚部の外周下端を支点とした容器の転倒を対角のトラスにより支える事象を評価		(同左) ・軸対象モデル、1/2 対象三次元固体要素モデル (ABAQUS) (同左)	(同左) ・1/2 対象三次元固体要素モデル (ABAQUS) (同左)		
評価方法	【繰返し荷重の評価】 ・地震力による応力の全振幅は、設計疲労線図 (X 軸スチール) の疲労限以下であるため、疲労評価不要		・「PVB-3140 疲労評価不要の条件」に適合するため、疲労評価不要 (地震による繰返し回数を 10^4 回に設定)	(同左)	(同左)	

※：タイプⅠ中間胴は、密封容器 (内胴、上部フランジ、底板、一次蓋) を支持、補強する構造物であり、耐圧機能はない。

3.2 バスケット

主要構造	タイプ I		タイプ II		タイプ III	
	部材	材料	部材	材料	部材	材料
	チャンネル サポートブロック 補強板 仕切板 底板 サポートガイド	A5052TD-H34 A5083FH-0 A5083P-0 A5083P-0 A5083FH-0 SUS304	バスケットプレート サポートシリンダ	B-SUS SUS304	枠板 燃料支持板 拘束リング 拘束リングボルト 枠板固定ボルト	SUS304, B-SUS SUS304 SUS304 SUS630 SUS630
評価方法	【適用基準】 ・設計・建設規格 ・ J E A G-4601 【評価方法】 ・炉心支持構造物に準じて設計 【耐震クラス】 ・ S クラス ・貯蔵状態において S_d^* , S_s 地震動が作用する場合の評価を実施 【応力評価手法】 ・ FEM 解析による応力評価 ・二次元平面固体要素モデル (ABAQUS) ・燃料等の慣性力によるバスケット各部材の発生応力の評価 ・サポートブロックからサポートガイドへ作用する荷重によるサポートガイドの応力評価		(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			・応力計算式による応力評価 ・一次膜, 支圧: 燃料等の慣性力 (燃料体数最大の列) によるバスケットプレート端部 (評価点①) の圧縮応力, 支圧応力を評価 ・一次膜+曲げ, せん断: バスケットプレート の 1 スパンに対し, 両端固定のほりによる曲げ応力, せん断応力を評価 (評価点②) ・軸圧縮応力: サポートシリンダの慣性力により下端に作用する圧縮応力の評価		(同左) ・燃料等の慣性力による各部材の発生応力の評価 (添付-1 に S_d^* の評価例を示す)	

3.3 トラニオン

	タイプ I		タイプ II		タイプ III	
	部材	材料	部材	材料	部材	材料
主要構造	トラニオン	SUS630	トラニオン トラニオンボルト	(同左) SNB23-3	トラニオン トラニオンボルト	(同左) (同左)
評価方法	【適用基準】 ・設計・建設規格 ・ J E A G 4601				(同左) (同左)	
	【評価方法】 ・クラス 1 支持構造物に準じて設計				(同左)	
	【耐震クラス】 ・ S クラス ・ 貯蔵状態において S_d^* , S_s 地震動が作用する場合の評価を実施				(同左) (同左)	
	【応力評価手法】 ・ 応力計算式による応力評価 ・ 脚部の外周下端を支点とした容器の転倒を対角のトラニオンにより支える事象を想定し、トラニオンに発生するせん断、曲げ、支圧応力を評価		・ トラニオンに曲げが作用する場合のトラニオンボルトの引張応力を評価 (J E A G 4601-1987 第 6 章 6.3.3 スカート支持縦置き円筒容器における基礎ボルトの引張応力評価と同様)		(同左) (同左) ・ トラニオンに曲げが作用する場合のトラニオンボルトの引張応力を評価	

3.4 支持構造物

主要構造	タイプ I		タイプ II		タイプ III	
	部材	材料	部材	材料	部材	材料
	支持台座 トラニオン固定金具 容器押え金具 トラニオン固定ボルト リブ アンカーボルト	SFVC2B SNB23-3 SNB23-3 SNB23-3 SM490B SCM435	支持台座 トラニオン固定金具 容器押えボルト トラニオン固定ボルト リブ アンカーボルト	(同左) SUS630 (同左) (同左) SM520C (同左)	支持台座 トラニオン固定金具 容器押え金具 トラニオン固定ボルト リブ アンカーボルト	SF490A SNB24-1 SNB23-1 SNB23-1 SM490B (同左)
評価方法	【適用基準】 ・設計・建設規格 ・J E A G 4601 【評価方法】 ・クラス 1 支持構造物に準じて設計 【耐震クラス】 ・ S クラス ・貯蔵状態において S_d^* , S_s 地震動が作用する場合の評価を実施 【応力評価手法】 ・応力計算式による応力評価 ・脚部の外周下端を支点とした容器の転倒を対角のトラニオンにより支える事象を想定し、支持構造物の各部材に発生する応力を評価		(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			(同左) (同左)		(同左) (同左)	
			(同左) (同左)		(同左) (同左)	

3.5 二次蓋

主要構造	タイプⅠ		タイプⅡ		タイプⅢ	
	部材	材料	部材	材料	部材	材料
評価方法	二次蓋	SUSF304	二次蓋	GLF1	二次蓋	SM400A
	二次蓋締付けボルト	SNB23-3	二次蓋締付けボルト	(同左)	二次蓋締付けボルト	(同左)
	【適用基準】 ・設計・建設規格 ・J E A G-4601		(同左)		(同左)	
	【評価方法】 ・クラス3 容器に従って設計		(同左)		(同左)	
	【耐震クラス】 ・Sクラス ・貯蔵状態において S_d^* 、 S_s 地震動が作用する場合の評価を実施		(同左)		(同左)	
	【応力評価手法】 ・FEM解析による応力評価 ・三次元固体要素モデル(ABAQUS)		(同左)		(同左)	・応力計算式による応力評価 ・二次蓋を円板，周辺単純支持，等分布荷重の条件で評価

V-2-4-2-3-3-2 バスケットの耐震性についての計算書(タイプⅢ) 概要説明

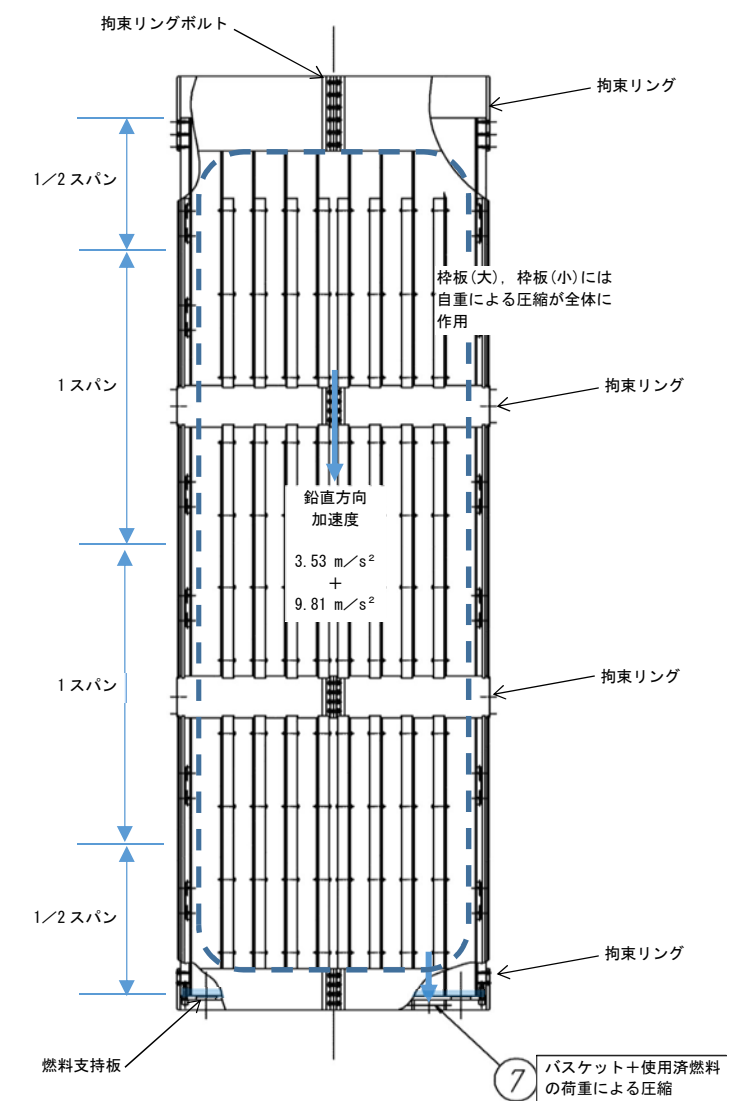
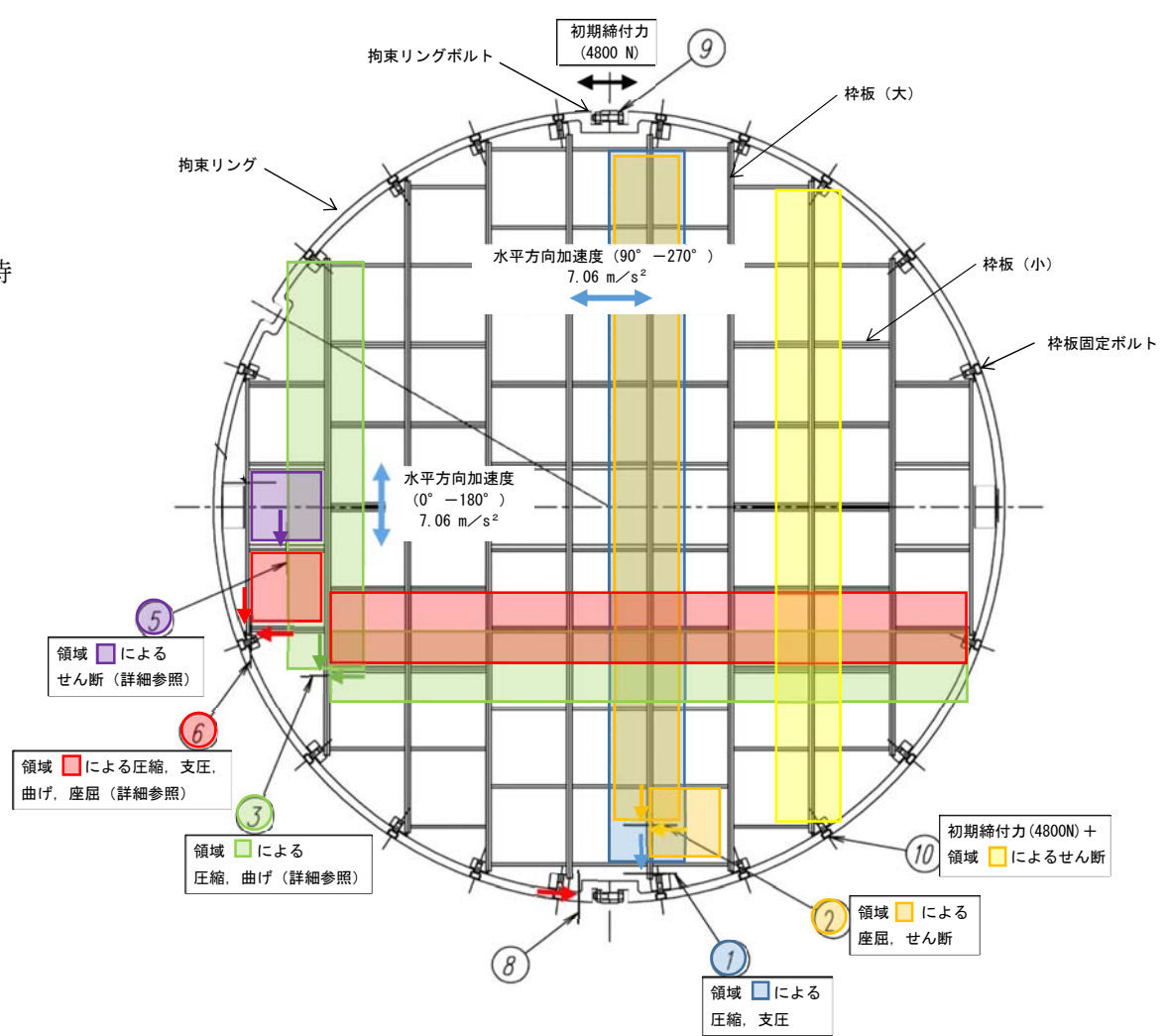
貯蔵時 (S_d*地震力が作用する場合)

(1) 荷重条件

ボルト初期締付力 + S_d*地震力 + 自重

(2) 計算方法

- ・ 容器姿勢は、縦状態を考慮
- ・ 拘束リングは、1 スパン分の使用済燃料とバスケットの質量を支持する。
- ・ 枠板の荷重の作用領域は拘束リングとの接触部分のみ



貯蔵時の発生荷重における最大応力の発生部位及び応力種類

部 位		発生荷重			
		ボルト 初期締付力	下方向加速度 (鉛直方向)	水方向加速度 (0° -180° 方向)	水方向加速度 (90° -270° 方向)
枠板(大)	①	-	圧縮応力	圧縮応力	-
	②	-	-	支圧応力	-
	③	-	圧縮応力	圧縮応力	曲げ応力
枠板(小)	⑤	-	-	純せん断応力	-
	⑥	-	圧縮応力	曲げ応力	圧縮応力
		-	-	-	支圧応力
燃料支持板	⑦	-	圧縮応力	-	-
拘束リング	⑧	-	-	圧縮応力	-
拘束リングボルト	⑨	引張応力	-	-	-
枠板固定ボルト	⑩	引張応力	-	せん断応力	-

注) 圧縮応力、曲げ応力は P_m + P_b + Q が最大となる部位を示す

